

## **RESULTADOS DE LA CERTIFICACIÓN AMBIENTAL EN ARGENTINA. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE UN MUEBLE DE MADERA FABRICADO BAJO NORMA ISO 14001 Y CERTIFICACIÓN AMBIENTAL FSC.**

Correa Erica<sup>1</sup>, Chambouleyron Mercedes<sup>2</sup>, Pattini Andrea<sup>3</sup>.

LAHV (Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda) INCIHUSA (Instituto de Ciencias Humanas y Sociales)  
CRICYT-CONICET. C.C. 131 (5500) Mendoza- Argentina. Tel: 54-0621-4288797 - Fax: 54-0621-4287370

E-mail: mecha@lab.cricyt.edu.ar

**RESUMEN:** El presente trabajo realiza una evaluación de impacto ambiental de un mueble de oficina fabricado por una empresa Nacional. El objetivo de la evaluación es poder contrastar los resultados de la evaluación con las prioridades ambientales establecidas por el sistema de gestión ambiental de la empresa. La metodología empleada para llevar a cabo la evaluación medioambiental es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Los resultados de la evaluación indican como principal impacto ambiental, los procesos de manufactura de la placa aglomerada de madera y el consumo de combustible asociado a los procesos de transporte de la misma mientras que las acciones implementadas por el sistema de gestión ambiental de la empresa, están orientadas al control de los residuos y efluentes y no a la disminución del impacto producido por los insumos que adquieren.

**Palabras clave:** Evaluación ambiental-gestión ambiental-ecoetiquetado.

### **INTRODUCCIÓN**

La evaluación del impacto ambiental de sistemas industriales (productos, procesos, servicios, etc) ha cobrado importancia en las últimas décadas. Durante los 60 y los 70 la política ambiental en países industrializados se ocupó de establecer y regular límites admisibles para las emisiones, desechos y efluentes al agua, al aire y al suelo. Este tipo de regulación promovió una serie de dispositivos de control de la contaminación tales como filtros, procesos de catálisis etc. los cuales con el tiempo se transformaron en lo que hoy se conoce como “tecnologías de control de la contaminación”

Sin embargo cuando el tema del medio ambiente volvió a figurar en la agenda política en la década de los ochenta, los principales problemas ambientales se habían convertido en temas globales: la lluvia ácida, el deterioro de la capa de ozono y el calentamiento global. Los analistas buscaron las causas ya no en los tubos de desagüe y en las chimeneas, sino en la naturaleza de las actividades humanas (Schmidheiny, 1992). Esta nueva percepción sobre los problemas de contaminación tuvo importantes implicancias en el desarrollo de una nueva generación de tecnologías ambientales, las tecnologías de ‘Prevención de la Contaminación’. De este modo las políticas ambientales orientadas al control de la contaminación y a la sanción por la contaminación, comenzaron paulatinamente a ser reemplazadas en algunas empresas por sistemas voluntarios de gestión ambiental. Tal ha sido el caso de las normas ambientales ISO 14.000.

Por otro lado, la sola reconsideración ambiental de los procesos y productos al interior de la empresa no garantizaba de por sí que estos nuevos productos, amigables con el ambiente, fueran consumidos. Por lo que la necesidad de crear herramientas de promoción del consumo verde, para poder desplazar del mercado a los productos competidores de mayor impacto ambiental, llevó a la identificación de los mismos con sellos ambientales, también llamados “eco-etiquetas”, para informar al consumidor y orientar su elección.

Sin embargo, este conjunto de herramientas e insumos tecnológicos ha sido desarrollado en contextos de mayor industrialización. Que sucede en contextos de menor progreso técnico cuando se desea transferir estas herramientas ambientales como el ecoetiquetado de productos y los sistemas de gestión ambiental ISO 14.000. Que tipo de acciones es promovido cuando se busca ganar los mercados verdes de los países desarrollados? Para poder arrojar luz sobre estos interrogantes es que se toma el caso de una fábrica de muebles de oficina, cuyo sistema de certificación ambiental es contrastado con los resultados del análisis de impacto ambiental obtenidos de la evaluación de uno de los muebles mas vendidos de la empresa.

---

<sup>1</sup> Becaria de Posgrado Conicet.

<sup>2</sup> Becaria de Posgrado, Conicet.

<sup>3</sup> Investigadora Adjunta, Conicet.

## OBJETIVO DEL ESTUDIO:

Realizar un análisis de impacto ambiental de uno de los muebles más vendidos de la fábrica a fin de contrastar su desempeño ambiental con los aspectos considerados prioritarios por las certificaciones ambientales implícitas en el producto analizado.

### Estudio de caso

El principal factor de incidencia para la selección del caso ha sido la certificación ambiental de la empresa de la norma ISO 14001. Como resultado del proceso de certificación, la fábrica ha implementado un sistema de control y tratamiento de residuos y efluentes. El mismo consiste en: a) controlar el nivel de polvo, tanto al interior como al exterior de la fábrica, por medio de un sistema de aspiración con bocas colocadas por encima de cada máquina procesadora del material; b) tratar los residuos acumulados en los efluentes de las cámaras de pintura con un agente autorizado para trasladar residuos peligrosos hasta la fuente de tratamiento para su incineración; c) controlar el nivel de ruido a través de la colocación de silenciadores al interior de la fábrica y d) la separación de residuos sólidos al interior de la fábrica para la posterior venta de los recortes de madera y de los sobrantes de cartón corrugado. Respecto de los compuestos orgánicos volátiles emitidos durante el proceso de pintura de los muebles éstos no han sido, hasta el momento, controlados ni medidos por el sistema de gestión ambiental. Con relación a los insumos, el sistema de gestión establece que deberán comprarse preferentemente insumos con certificación, de calidad o ambiental, y en el caso del insumo madera éste deberá ser preferentemente proveniente de bosques de reforestación, es por ello que la empresa compra la placa aglomerada a un fabricante con certificación ISO 14001 que procesa madera proveniente en un 30% de bosques certificados según los estándares ambientales FSC.

El mueble seleccionado para la evaluación ambiental, fabricado con placa aglomerada recubierta con melanina, fue un escritorio esquintero con cajonera lateral. Su proceso de manufactura está compuesto por: corte y escuadrado de la placa, perforado de la misma y colocación del canto de PVC. El proceso de montaje es manual y se realiza una vez entregado el mueble. En el presente estudio no se explicita la localización geográfica exacta de la empresa debido a un acuerdo de confidencialidad de la identidad con las empresas que han suministrado los datos.

Los insumos de manufactura del mueble considerados han sido la placa aglomerada, el cartón corrugado empleado en el embalaje, la cola utilizada en la colocación del canto mas los transportes de estos insumos hasta llegar a la fábrica. Respecto de los insumos importados, herrajes de acero y tarugos de madera, ambos son provenientes de Alemania por lo que se ha considerado la distancia de transporte de la importación. Los consumos eléctricos y de gas asociados a los procesos de manufactura del mueble también fueron considerados como insumos. Dado que el mueble es intensivo en el consumo de placa aglomerada (ver tabal 1) se ha incluido en el presente estudio el inventario local de emisiones asociadas a la manufactura de de este material. Sin embargo para el resto de los materiales se han usado inventarios de emisiones extranjeras esto no causa impacto significativo en los resultados del trabajo dado que la empresa compra la mayoría de estos materiales en el exterior.

La inexistencia de inventarios de emisiones locales asociadas a los procesos de transformación para la obtención de energía eléctrica y combustibles, hacen necesarios la consideración de inventarios de emisiones extranjeros que den cuenta del impacto causado por estas actividades. Para el caso de la producción de electricidad, los datos extranjeros han sido modificados según el perfil de la generación energética Argentina.

Respecto del consumo de combustible asociado a los procesos de transporte de los insumos, aunque también este consumo puede ser considerado como un insumo energético, las emisiones asociadas al transporte están estrechamente vinculadas al sistema de distribución local y a la edad y tecnología del parque automotor local. Por ello las operaciones de transporte se consideran aparte de los consumos energéticos.

Todos los datos utilizados en este estudio han sido recolectados mediante entrevistas realizadas a los proveedores y productores de los insumos involucrados en el sistema analizado. Los datos referidos a la manufactura del mueble han sido suministrados por la misma empresa manufacturera. Los principales flujos de materia y energía de los procesos analizados pueden observarse en las tablas del 1 al 4.

Insumos mueble	Cantidad por mueble	Transporte insumos	Distancia transporte de insumos
Placa aglomerada	66kg.	Placa aglomerada	1050 Km.
Cartón corrugado	4 kg.	Cartón corrugado	50 Km.
Canto PVC	2,2kg	Canto PVC	3625 Km.
Herrajes de acero	300 gr.	Acero	12 807 Km.
Cola	200gr	Cola	1050 Km.
Tarugos de madera	100gr.	Tarugos de madera	12 807 Km.
Electricidad	0,28 kwh/kg madera		
Gas	0,01 m3/h/kg madera		

Tabla 1. Insumos del proceso de manufactura del mueble y distancias recorridas durante el transporte de los mismos.

Insumos de la placa aglomerada	Cantidad insumos por m3 de placa
Resina Ureica	90kg
Madera	665kg
Gas	55m3
Electricidad	165 kwh.

Transporte insumos	Distancia transporte de insumos
Resina Ureica	450 Km.
Madera	85 Km.

Tabla 2. Insumos del proceso de elaboración de la placa aglomerada y distancias recorridas durante el transporte de los mismos.

\*Peso recubrimiento placa aglomerada: 256 gr/m2. Tamaño placa aglomerada: 2,75m x 1,83m x 15mm

Insumos del recubrimiento	Cantidad de insumos por m2 de placa
Papel	160gr.
Resina Ureica	0,2 kg
Resina Melamínica	0,5 kg
Electricidad	16,5 kwh/m3

Transporte insumos	Distancia transporte de insumos
papel	33 540 Km.
Resina ureica	450 Km.
Resina melaminica	450 Km.

Tabla 3. Insumos del proceso de manufactura del mueble y distancias recorridas durante el transporte de los mismos.

Insumos cola	Cantidad/20gr
Fécula	3 g
Soda Cáustica	0,016 g
Bórax	0,032 g
Agua	16,5 g

Tabla 4. Insumos del proceso de manufactura del mueble y distancias recorridas durante el transporte de los mismos.

## METODOLOGÍA

El impacto ambiental del proceso productivo analizado se lleva a cabo mediante el método del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) siguiendo los lineamientos propuestos por la SETAC (Consoli, et al 1993), el ACV goza de gran aceptación entre la comunidad científica para llevar a cabo evaluaciones de impacto ambiental de productos, sistemas o servicios, y permite realizar comparaciones objetivas considerando todas las fases del ciclo de vida útil del producto analizado. En este estudio se consideran todos los flujos de materia y de energía consumidos y emitidos por el sistema desde la extracción y procesamiento de la materia prima, el transporte, los procesos de ensamble y empaque. La fase de disposición final no ha sido incluida en este estudio, por falta de valores estadísticos locales atendibles.

De acuerdo a la ISO 14040 (ISO,1997), las etapas de un ACV son Definición; Inventario; Evaluación de Impactos e Interpretación.

**Definición del estudio:** el impacto ambiental producido por la fabricación de un mueble de oficina construido en la provincia, con una vida útil de 25 años.

**Inventario:** Es la recopilación de información sobre todos los recursos y procesos requeridos y las emisiones producidas para la obtención del producto estudiado. Se han considerado además las emisiones liberadas y los recursos consumidos en los procesos energéticos (producción de la energía eléctrica y gas consumidos, transporte de materia prima), y en la elaboración de la materia prima empleada (principalmente placa aglomerada, cartón corrugado, resinas, papel, PVC, etc), como así también todos los procesos necesarios para el acabado de los materiales, extrusión, maquinado, molienda, secado, etc.

**Evaluación de Impactos:** Los resultados obtenidos de la etapa de Inventario dentro del análisis constituyen una gran masa de datos sobre materiales y energía consumida y efluentes producidos, cuya magnitud hace difícil la interpretación. Por este motivo estos resultados se elaboran, asociando cada sustancia consumida o liberada a una categoría de impacto. Este proceso se conoce como Categorización de los impactos, y constituye la primera actividad de la fase de Evaluación de Impactos. En este trabajo se ha utilizado la metodología propuesta por Wenzel y colaboradores, denominada EDIP 96 [Wenzel y col., 1997]. Las categorías de impacto consideradas son el Potencial de Calentamiento Global (GWP), El potencial de adelgazamiento de la capa de ozono (ODP); el potencial de Acidificación (AP); el potencial de Eutrofización (NP); el potencial de creación de ozono fotoquímico (POCP); Toxicidad Humana (HT) al aire, suelo y agua y Ecotoxicidad (ET) al agua y al suelo.

Las etapas descriptas anteriormente se han llevado a cabo mediante el uso del Simulador Sima Pro (PRé Consultants, 1998), debido a la abundante información sobre materiales, combustibles, procesos y sistemas de transportes presentes en sus bases de datos

## RESULTADOS OBTENIDOS

En la Tabla N° 5 se muestran los resultados de las emisiones liberadas durante el ciclo de vida del proceso de fabricación de una unidad de mueble analizado, las mismas se hallan categorizadas en función de su impacto ambiental y expresadas en la unidad de equivalencia correspondiente a esa categoría.

De la observación de las cantidades de emisiones puede inferirse cuales son las categorías en las que los procesos que componen el ciclo de fabricación del mueble emiten mayor cantidad de emisiones: la toxicidad humana del aire, es decir la cantidad de m3 de aire contaminado por este proceso que afecta la salud del hombre, seguida por el efecto de calentamiento global y la ecotoxicidad del agua que expresa la cantidad de m3 de agua contaminada cuyos ecosistemas sufren los efectos de las emisiones liberadas en este proceso, después de éstos efectos y en un orden de magnitud dos órdenes inferior, se encuentran los efectos de eutrofización y acidificación.

En la figura N° 1 vemos graficadas las emisiones liberadas durante el proceso de fabricación agrupadas por categorías de impacto, y en cada una de las categorías se encuentra discriminada la fuente o el proceso dentro del ciclo de producción del cual provienen dichas emisiones. De este modo se puede, ver para el ciclo productivo analizado, cual de los procesos impacta más en cada una de las categorías evaluadas. En casi todas las otras categorías el proceso de mayor impacto dentro del ciclo son los procesos de transporte y fabricación de la placa aglomerada, la fabricación del PVC de los cantos y en menor grado el consumo de energía del proceso de fabricación y el transporte de los cantos de PVC.

Categoría de impacto	Unidad	mueble	
Calentamiento Global	kg CO2	69,73	Consumo de recursos
Dismin. de la Capa de Ozono	kg CFC11	0.00005	Residuos peligrosos
Acidificación	kg SO2	0.52	Toxicidad humana del suelo
Eutrofización	kg NO3	0.63	Toxicidad humana del agua
Smog Fotoquímico	kg eteno	0.01	Toxicidad humana del aire
Ecotoxicidad del agua	m3	37.42	Ecotoxicidad del suelo
Ecotoxicidad del suelo	m3	0.36	Ecotoxicidad del agua
Toxicidad Humana aire	m3	22050.55	Smog
Toxicidad Humana agua	m3	0.24	Eutrofización
Toxicidad Humana suelo	m3	0.01	Acidificación
Generación de residuos peligrosos	kg	0.005	Destrucción Ozono
Consumo de recursos	kg	0.0047	Calentamiento Global
Tabla N° 5. Emisiones totales libreadas durante todo el ciclo del proceso de fabricación del mueble, agrupadas por categorías de impacto.			<p>0% 20% 40% 60% 80% 100%</p> <p> <span style="color:red">■</span> placa <span style="color:black">■</span> cartón <span style="color:yellow">■</span> PVC <span style="color:white">■</span> herrajes  <span style="color:grey">■</span> cola <span style="color:darkred">■</span> tarugos <span style="color:blue">■</span> gas <span style="color:darkblue">■</span> electricidad  <span style="color:lightred">■</span> Tporte placa <span style="color:lightblack">■</span> Tporte cartón <span style="color:lightyellow">■</span> Tporte PVC <span style="color:lightblue">■</span> T herrajes  <span style="color:darkgrey">■</span> T Tarugos <span style="color:darkred">■</span> Tporte cola </p>
			Figura N°1. Caracterización del impacto ambiental producido durante el ciclo de producción del mueble.

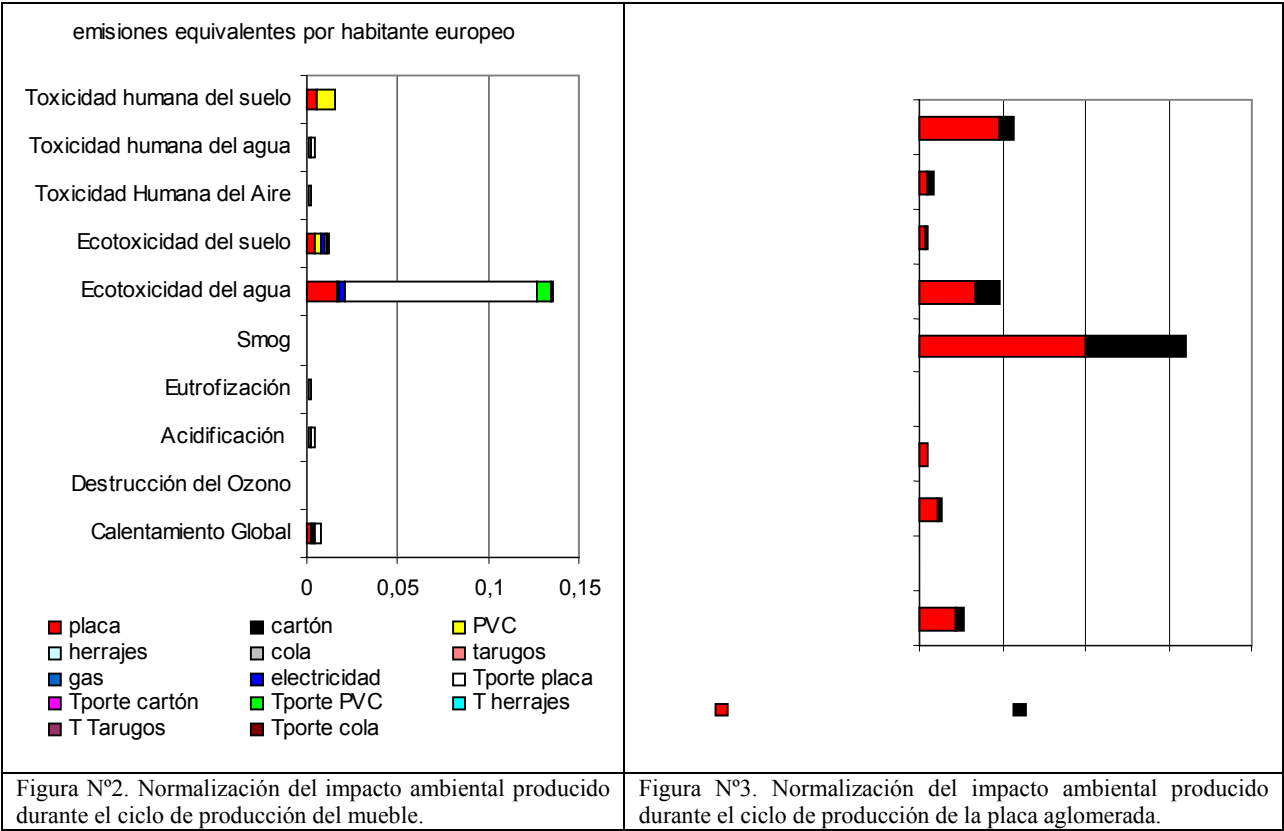
Este grado de evaluación de impactos permite observar como se comporta el mueble evaluado con respecto a una determinada categoría de impacto, pero no permite decir nada de la importancia relativa de unas categorías de impacto sobre las otras. Para poder sacar este tipo de conclusiones se necesita referir las cantidades de sustancias equivalentes agrupadas en cada categoría a un patrón. Este tipo de información se obtiene mediante el proceso de normalización, el cual refiere las emisiones de cada categoría al conjunto de emisiones equivalente de esa sustancia generada por habitante europeo. Cabe aclarar que en este proceso se utilizan factores de normalización europeos dado que la información disponible en nuestro país no permite desarrollar aun este tipo de indicadores a nivel nacional o latinoamericano, en ese sentido nuestro país ha avanzado hasta el momento en el desarrollo del inventario de gases de efecto invernadero.

En la figura N° 2 se muestran los resultados de la normalización de los impactos, de su análisis se concluye que la categoría en la que el impacto del mueble es mayor es la ecotoxicidad del agua, seguida de la toxicidad humana del suelo, la ecotoxicidad del suelo y el calentamiento global. Esto deriva de la naturaleza de las emisiones de los procesos de mayor impacto asociados a la elaboración de la placa aglomerada y sus insumos. Tal es el caso de las resinas de diverso tipo y del papel utilizados en el recubrimiento de la placa, estos insumos contienen sustancias tales como, formaldehído, acetona, metales pesados, compuestos

vinilo-clorados, compuestos volátiles y aromáticos, que son los principales responsables de la contaminación en estas categorías. Al mismo tiempo las emisiones que contribuyen al calentamiento global derivan principalmente de los procesos de transporte que aparece en la Fig.1 como uno de los procesos más impactantes. En la figura también se puede observar la importancia relativa de cada uno de los procesos que forman parte de la fabricación del mueble. Los procesos de mayor impacto son: la elaboración de la placa aglomerada y de los cantos extruidos de PVC, conjuntamente con las operaciones de transporte asociadas a estas tareas y el consumo energético del proceso.

Como en los gráficos de caracterización y normalización del impacto producido por la fabricación del mueble (figuras 1 y 2), la placa aglomerada es uno de los el procesos más impactantes, se decide desagregar los resultados del impacto a fin de poder detectar dentro de los procesos que forman parte de este insumo cuales son las operaciones y las categorías de impacto más significativas.

La placa aglomerada se produce a partir de dos procesos; uno de ellos es la elaboración del aglomerado y el otro la fabricación del recubrimiento melamínico. En la figura N° 3 se muestran los resultados de la normalización del impacto producido durante la fabricación de la placa. En él se observa que el proceso de manufactura del aglomerado es el de mayor impacto. Los resultados normalizados también muestran que las categorías de impacto ambiental donde este proceso es más significativo siguen el mismo patrón que los obtenidos en la figura N° 2.

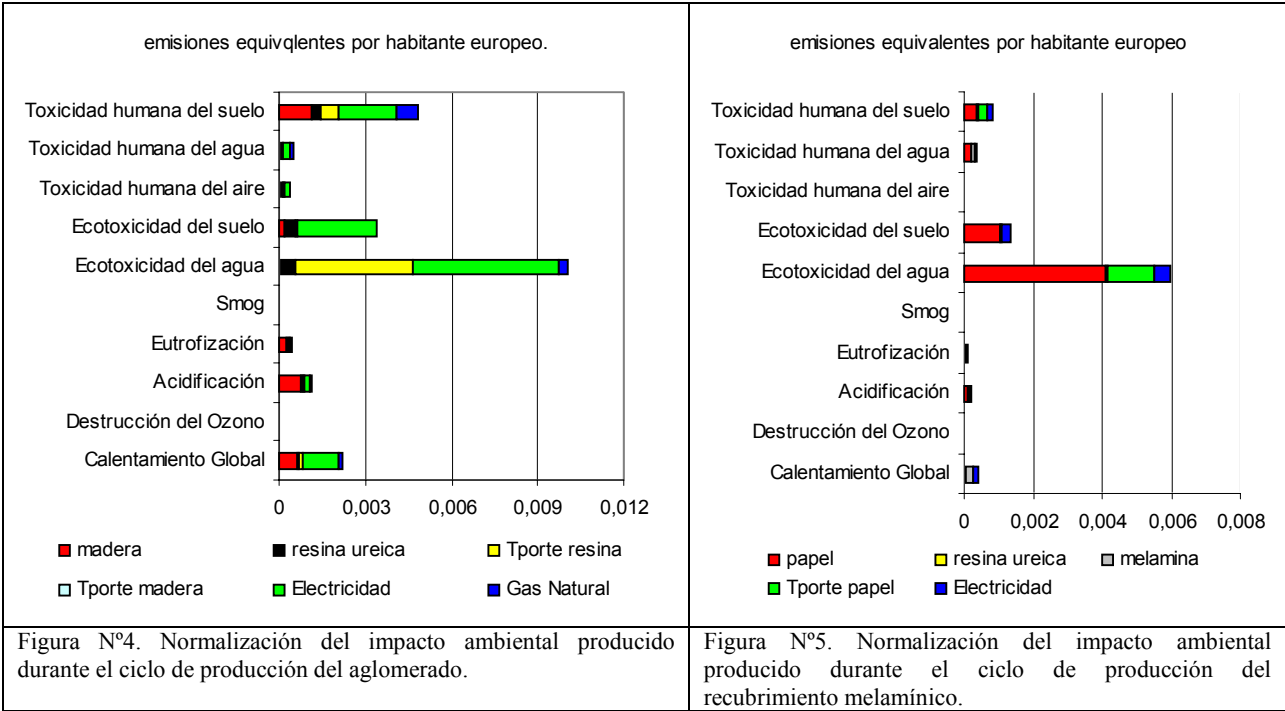


Luego para conocer dentro del proceso de manufactura del aglomerado y del recubrimiento melamínico cuales son las operaciones de mayor impacto, se muestran en la figuras N° 4 y N° 5 los resultados normalizados del impacto de estos procesos. En dichos gráficos se observa que para el caso de la elaboración del aglomerado las operaciones más impactantes son el transporte de la resina, el consumo energético asociado al proceso y el acondicionamiento de la madera; mientras que para el caso de la fabricación del recubrimiento las operaciones de mayor impacto son, la elaboración y transporte del papel, y el consumo de energía eléctrica. Asimismo puede observarse que las categorías de impacto donde los procesos analizados son mayores son la ecotoxicidad del agua, seguida de la toxicidad humana del suelo, la ecotoxicidad del suelo y el calentamiento global.

### CONCLUSIONES

La adopción de sistemas de gestión ambiental desarrollados en contextos de mayor desarrollo, planificación ambiental e instrumentación de los principios de la ecología industrial, garantizarían en principio una mayor correspondencia entre las medidas adoptadas por los sistemas de gestión ambiental y los verdaderos impactos ambientales producidos. Sin embargo a nivel

local esta correspondencia no se manifiesta de manera tan rigurosa ya que al contar con menos recursos sociales, económicos y tecnológicos, los sistemas de producción en nuestro país rara vez siguen los principios de la ecología industrial, es decir sistemas de producción integrados de forma tal que los insumos y los productos de las empresas se hallan localizados de manera estratégica desde el punto de vista ambiental. Esto puede verse reflejado en los resultados de este estudio; donde los impactos asociados al transporte de los insumos del mueble son los que le aportan mayor carga a su perfil ambiental.



Por otra parte las herramientas ambientales promovidas para la optimización ambiental dentro del sector del mueble, como las normas ISO 14001 y la certificación FSC no necesariamente resuelven el verdadero impacto ambiental del producto. Los controles de residuos, de polvo y efluentes consecuencia de la manufactura del mueble, controlan impactos asociados a una fase del ciclo de vida del producto, la fase de manufactura. Mientras que los estándares ambientales del FSC asociados a la etapa de explotación de la materia prima utilizada en el mueble, tampoco estarían ayudando a controlar los principales impactos ambientales detectados en este estudio. Es decir que aún cumpliendo con los requisitos verdes indicados por las certificaciones ambientales disponibles en el mercado nacional, no se estaría apuntando a disminuir el verdadero impacto ambiental. Con lo que se concluye que no todos los mecanismos reales de disminución del impacto se encontrarían disponibles en el mercado.

Los estándares ambientales implícitos en el mueble, surgen de la consideración por separado de las distintas fases del ciclo de vida. Mientras que el análisis de ciclo de vida del producto indica que el mayor impacto del mueble está asociado a las operaciones de logística de adquisición de los insumos y a los consumos energéticos, los estándares ambientales del FSC incentivan cambios solo en el manejo del recurso forestal y la norma ISO 14001 en la incorporación de sistemas de control de la contaminación.

**ABSTRACT:** This paper analyses the environmental impact of an office piece of furniture manufactured by an Argentinean firm. The objective of this work is to contrast the results of this analysis against the environmental procedures taken by the environmental management system of the firm. The methodology used for the environmental analysis is life cycle assessment. The result of the study shows that the most important impact is associated to the manufacturing and transport of the particleboard while the environmental management systems of the firm focus in the control and mitigation of waste and effluents generation during the assemble process.

**REFERENCIAS**

-Consoli, F., Allen, D., Boustead, I., Fava, J., Franklin, W., Jensen, A.a., de Oude, N., Parrish, R., Perriman, R., Postlethwaite, D., Quay, B., Séguin, J. and Vigon, B.: Guidelines for Life-Cycle Assessment: A 'Code of Practice'. From the SETAC Workshop held in Sesimbra, Portugal 31 March – 3 April 1993. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Brussels, 1993

-ISO 14040 Environmental Management. Life Cycle Assessment. Principles and Framework. 1997.

-Wenzel et al. EDIP-96 method (Environmental Design of Industrial Products), 1997.

-PRé Consultance Sima Pro 5.1 Educational. 1998

-Schmidheiny, Stephan. 1992. Cambiando el Rumbo. Una perspectiva global del empresariado para el desarrollo y el medio ambiente (Fondo de la Cultura Económica. México)